

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-303999

(43)Date of publication of application : 31.10.2001

(51)Int.Cl.

F02D 13/02  
 F02D 21/08  
 F02D 41/22  
 F02D 43/00  
 F02M 25/07

(21)Application number : 2000-119347

(22)Date of filing : 20.04.2000

(71)Applicant : MITSUBISHI MOTORS CORP

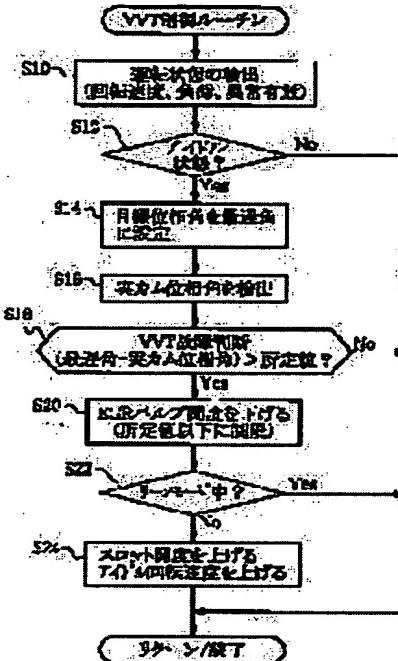
(72)Inventor : TADANAGA TAKESHI  
 ONUMA MITSUHIKO  
 WATANABE KAZUHIKO  
 MYOJO KEIICHI  
 SUGANO DAISUKE

## (54) VARIABLE VALVE TIMING CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a variable valve timing control device for an internal combustion engine capable of preventing the situation that combustion is brought into an unstable state due to a failure in operation of a variable timing mechanism and engine stalling occurs.

**SOLUTION:** This variable valve timing control device decides a failure in operation of a VVT from the following state of an actual cam phase angle to the target phase angle of a set delay angle (at steps S14-S18) when an engine is in, for example, an idling state (at step S12=YES). In this case, when decision of a trouble due to which a valve overlap amount is excessive is established (at step S18=Yes), the opening of an EGR valve is decreased to decrease an external HER amount, and an exhaust gas recirculation factor is reduced by using no VVT (at step S20).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
 examiner's decision of rejection or application converted  
 registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

特開2001-303999

(P2001-303999A)

(43)公開日 平成13年10月31日(2001.10.31)

(51)Int.C1.<sup>7</sup>

F 0 2 D	13/02	識別記号
21/08	3 0 1	
41/22	3 2 0	
43/00	3 0 1	

F I

F 0 2 D	13/02	K 3G062
21/08	3 0 1	A 3G084
41/22	3 2 0	3G092
43/00	3 0 1	N 3G301
		3 0 1 Z

テマコード(参考)

審査請求 未請求 請求項の数1 O L

(全6頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願2000-119347(P2000-119347)

(71)出願人 000006286

三菱自動車工業株式会社

(22)出願日

平成12年4月20日(2000.4.20)

東京都港区芝五丁目33番8号

(72)発明者 忠永 剛

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車  
工業株式会社内

(72)発明者 大沼 光彦

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車  
工業株式会社内

(74)代理人 100090022

弁理士 長門 侃二

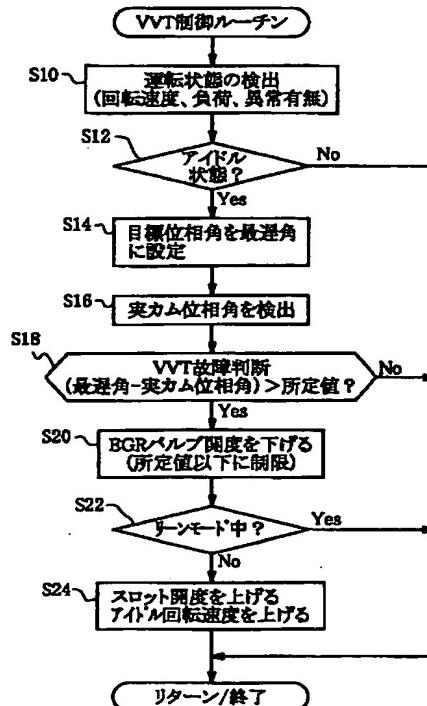
最終頁に続く

## (54)【発明の名称】内燃機関の可変バルブタイミング制御装置

## (57)【要約】

【課題】 可変バルブタイミング機構の故障により燃焼が不安定化したり、エンジンストールに至る事態を未然に回避できる内燃機関の可変バルブタイミング制御装置を提供する。

【解決手段】 可変バルブタイミング制御装置は、エンジンが例えばアイドル状態にあるとき(ステップS12 = Yes)、設定した最遅角の目標位相角に対する実カム位相角の追従状況からVVTの故障を判断する(ステップS14～ステップS18)。このとき、バルブオーバラップ量が過大となる故障の判断が成立すると(ステップS18 = Yes)、EGRバルブ開度を引き下げて外部EGR量を減少し、VVTを用いることなく排気ガス還流率を低下させる(ステップS20)。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の吸気バルブと排気バルブとのバルブオーバラップ量を可変させる可変バルブタイミング機構と、

前記可変バルブタイミング機構の故障を判断する判断手段と、

前記判断手段にて前記バルブオーバラップ量が過大となる故障の判断がなされたとき、前記可変バルブタイミング機構を用いることなく排気ガス還流率を低下させる低下手段とを具備したことを特徴とする内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は内燃機関における吸排気バルブのリフトタイミングを可変させる可変バルブタイミング技術に係り、特に、これらのバルブオーバラップ量を可変する内燃機関の可変バルブタイミング制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 この種の可変バルブタイミング制御装置としては例えば、特開平11-37027号公報に記載された内燃機関の制御装置が挙げられる。この公知の制御装置は、吸排気バルブのバルブオーバラップの大きさに基づいて可変バルブタイミング機構の異常が検出されたとき、内燃機関の回転速度とその負荷に応じて点火時期を調整するものとしている。具体的には、可変バルブタイミング機構の異常によりバルブオーバラップ量が縮小されたままとなったとき、点火時期をリタードすることでNO<sub>x</sub>やHCの排出量の低減を図ろうとするものである。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、可変バルブタイミング機構に生じる異常としては、上述のようにバルブオーバラップ量を縮小させたままとする場合と同様に、そのバルブオーバラップ量を拡大させたままの状態とする異常もまた起こり得る。この場合、内燃機関の回転速度域に関わらず内部EGR（燃焼した混合気が吸気管に流入し再び気筒内に供給される排気ガス）量が増大するため、特に、低負荷・低回転速度域では吸入空気量に対して内部EGR率が相対的に過大となり、燃焼が不安定となってしまう。このような状況にあっては、不安定燃焼が生起されて排ガスの悪化を招くだけでなく、極端な場合にはエンジンストールを引き起こすおそれがある。

【0004】 そこで、本発明では上述の事情に鑑み、可変バルブタイミング機構の故障による不安定燃焼やエンジンストールなどのトラブルを未然に回避することができる内燃機関の可変バルブタイミング制御装置を提供するものである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置（請求項1）は、バルブオーバラップ量が過大となる可変バルブタイミング機構の故障が生じたと判断したとき、可変バルブタイミング機構を用いることなく排気ガス還流率を低下させるものである。

【0006】 上述した可変バルブタイミング制御装置によれば、排気ガス還流率の低下により低回転速度域での不安定燃焼が回避され、特にアイドル回転速度域ではエンジンストールを有効に防止することができる。なお好ましくは、排ガス還流率の低下に有効な手段としては例えば、内燃機関の排気管と吸気管との間をバイパスする排気ガス還流装置（いわゆる外部EGR装置）が装備されている場合、そのEGRバルブの開度を小さくするか、或いは、スロットル開度を大きくしたり、また、アイドルスピードコントロール（ISC）装置が装備されている場合は、そのISCバルブ開度を大きくして吸入空気量を増大させることが挙げられる。

## 【0007】

【発明の実施の形態】 本発明は例えば、図1に示される筒内噴射型内燃機関であるエンジン1の可変バルブタイミング制御装置としての実施形態をとることができる。ただし、この種の筒内噴射型内燃機関のみに本発明の適用を限定する意図ではない。図1に示されるエンジン1は例えば、直列4気筒型のシリンダレイアウトを有しており、そのシリンダヘッド2には、各気筒毎に点火栓4及び燃料噴射弁6が取り付けられている。また個々の燃料噴射弁6は、燃焼室8内に燃料を直接に噴射することができる。

【0008】 吸気系のインテークマニホールド10には、その始端部にサージタンク12が形成されている。また、サージタンク12の入口には電子スロットルバルブ14が取り付けられており、この電子スロットルバルブ14には図示しない吸気管が接続されている。また電子スロットルバルブ14は、その開閉用の電動アクチュエータを備えるほか、アイドルスピードコントロール（ISC）装置16を装備している。

【0009】 更に、エンジン1には排気ガス還流（EGR）装置が装備されており、その排気経路にはEGR通路18が接続されている。EGR通路18は排気経路を吸気経路に向けてリターンバイパスしており、具体的には、その一端が排気ポート20内に開口し、他端はサージタンク12内に開口している。また、EGR通路18の途中には電動開閉式のEGRバルブ22が介挿されている。

【0010】 エンジン1は、その吸気バルブ24及び排気バルブ26の動弁系にそれぞれ、可変バルブタイミング機構（以下、単にVVTと称する。）28, 30を備えている。これらVVT28, 30は例えば、カムシャフトを駆動するカムスプロケットに油圧式アクチュエー

タを内蔵しており、この油圧式アクチュエータへの作動油圧の給排により、カム回転位相角を自在に進角及び遅角させることができる。作動油圧の給排は、例えばオイルコントロールバルブ（O C V）3 2により行うことができ、このO C V 3 2は各V V T 2 8, 3 0について設けられ、それぞれの油圧式アクチュエータに対して作動油圧の給排を行うことができる。

【0011】本実施形態では吸気バルブ2 4及び排気バルブ2 6のそれぞれについてV V T 2 8, 3 0を装備した例を挙げているが、エンジン1の作動特性上、特に必要がない場合は、V V T 2 8, 3 0の何れかの設置を省略することもできる。エンジン1は、上述した点火栓4、燃料噴射弁6、電子スロットルバルブ1 4等の電子機器類の作動を制御するための電子制御ユニット（E C U）3 4を備えている。このE C U 3 4は更に、必要に応じてI S C装置1 6及びE G Rバルブ2 2の作動をも制御するほか、上述したV V T 2 8, 3 0の作動をも制御することができる。

【0012】具体的には、V V T 2 8, 3 0にはそれぞれ、カムシャフトの回転角パルスを出力する位相角センサ3 6, 3 8が取り付けられており、E C U 3 4はこれら位相角センサ3 6, 3 8から出力される回転角パルスとクランク角センサ4 0から出力されるクランク角パルスとの間の出力位相差に基づき、それぞれのカム位相角を検出することができる。E C U 3 4は検出したカム位相角をフィードバック信号として取り込み、その制御上の目標位相角との間の偏差に応じてO C V 3 2の駆動デューティ率をフィードバック制御する。O C V 3 2は、E C U 3 4から指示されるデューティ率に応じてソレノイドを駆動し、各油圧式アクチュエータに対する油圧の給排を調節してカムシャフトを目標位相角まで進角又は遅角させ、或いは、中立に保持する。

【0013】上述したV V T 2 8, 3 0の制御により、吸気バルブ2 4及び排気バルブ2 8のバルブオーバラップ量が拡大されると、エンジン1はその内部E G Rを有効に活用することでN O x排出量を低減し、また、未燃H Cの再吸入を促進してH C排出量をも低減する。以上は、E C U 3 4による通常のV V T 2 8, 3 0に対する位相角制御機能であるが、本実施形態では更に、E C U 3 4はV V T 2 8, 3 0の故障を判断する機能をも有している。また、E C U 3 4はV V T 2 8, 3 0の故障判断に連動して各種の電子機器類やI S C装置1 6、また、E G Rバルブ2 2の作動をも制御する機能を併せて有する。

#### 【0014】

【実施例】以下に、その具体的な実施例を挙げて本発明の可変バルブタイミング制御装置の作動を説明する。また、以下の実施例の説明により、E C U 3 4によるV V T 2 8, 3 0の故障の判断手法や、その故障判断に連動して行われる制御の具体的な内容もまた明確となる。

【0015】図2は、本実施例においてE C U 3 4が実行するV V T制御ルーチンの好ましい一例を示している。なお、以下の実施例においては吸気側のV V T 2 8に関する制御のみを扱うものとしているが、排気側のV V T 3 0に関する制御を本発明の技術から除外するものではない。E C U 3 4は先ず、ステップS 1 0においてエンジン1の運転状態の検出を行う。具体的には、その回転速度N eや負荷の情報を読み込み、また、異常の有無等を確認する。

10 【0016】次のステップS 1 2に進むと、E C U 3 4はエンジン1がアイドル状態にあるか否かを判定する。この判定は例えば、ステップS 1 0にて検出した回転速度や負荷等の情報を参照して行うことができる。この判定が不成立（N o）の場合、E C U 3 4は以後のステップを実行することなくV V T制御ルーチンをここでリターンする。

【0017】ステップS 1 2にてアイドル状態の判定が成立（Y e s）すると、E C U 3 4は次のステップS 1 4に進み、制御上の目標位相角（吸気側）を最遅角に設定する。そして、次のステップS 1 6では吸気側の実カム位相角を検出する。以上の処理を経て、E C U 3 4はステップS 1 8にてV V T 2 8の故障を判断する。ここで問題となる故障は、エンジン1がアイドル状態にあって、吸気側の目標位相角を最遅角に設定しているにも拘わらず、実カム位相が最遅角に戻らない場合である。すなわち、アイドル状態では吸入空気量が低下しているため、その分、バルブオーバラップ量を最小にして内部E G R量を減らす必要があるからである。しかしながら、油圧アクチュエータが有効に機能せず、吸気側のカム位相角を最遅角にまで戻すことができなければ、アイドル状態でバルブオーバラップ量が過大となるため内部E G R量が相対的に過大となり、不安定燃焼を生起したり、極端な場合にはエンジンストールを引き起こす可能性が高い。

【0018】このような故障は例えば、E C U 3 4からの指令信号に対してO C V 3 2が追従しなかったり、或いは、誤作動を起こしている結果、油圧アクチュエータの作動をフェールさせた場合に起こりうる。その他、V V T 2 8に繋がる作動油圧の給排通路に欠陥があり、オイルポンプを含む油圧系がダウンしている場合等も考えられる。

【0019】このような故障判断は例えば、目標位相角である最遅角の位相と実カム位相角との間の乖離に基づいて論理的に行うことができ、E C U 3 4はこれら最遅角の位相と実カム位相角との差を求めると、その差が所定値（判定閾値）よりも大であるか否かを判定する。この所定値は例えば、V V T 2 8に異常がない場合に目標位相角と実カム位相角との間にて通常許容されうる定常偏差よりも大きい値に設定することができ、特に、V V T 2 8の故障が想定される場合にのみ現れる乖離偏差と

して規定されていることが好ましい。なお、故障判断は油圧アクチュエータの応答性を考慮して、所定の遅延時間において実行されることが好ましい。

【0020】それ故、ステップS18にて判定不成立(No)の場合は、VVT28に故障がないと認められ、ECU34は以後のステップに進むことなく本制御ルーチンの実行を一旦終了する。この場合、通常のVVT制御が続行され、例えばエンジン1がアイドル状態から負荷運転状態に移行すると、ECU34はエンジン1の運転状態に応じてVVT28の位相角を制御する。

【0021】これに対し、ステップS18での判定が成立(Yes)すると、バルブオーバラップ量が過大となる故障がVVT28に生じているものと判断することができ(判断手段)、ECU34はステップS20以降の手順を実行する。なお、以下の手順ではVVT28の故障を想定するため、ECU34はVVT28に対する制御を行わない。

【0022】先ず、ステップS20では、ECU34は外部EGR装置のEGRバルブ22を作動させ、その開度を小さくする。より好ましくは、EGRバルブ22の開度を所定値以下に制限するものとしてもよいし、或いは、全閉するものとしてもよい。このステップS20の実行により、外部EGR量が減少することにより排気ガス還流率を低下させることができる(低下手段)。

【0023】更に、ステップS22ではエンジン1の運転モードを判定する。その結果、ステップS24を実行するか否かは、エンジン1の運転モードによって異なるものとなる。すなわち、ステップS24ではスロットル開度を引き上げたり、ISC装置16によりアイドル回転速度を引き上げる処理を行うが、これら処理はリーンモードでは不要となる。それ故、ECU34はエンジン1がリーンモードにある場合(Yes)はステップS24を実行せず、これまでの手順にてVVT制御ルーチンの実行を終了する。

【0024】これに対し、エンジン1がリーンモードでなく、それ以外の運転モードにある場合(No)、ECU34はステップS20に加えてステップS24を実行し、電子スロットルバルブ14の開度を引き上げたり、或いは、ISC装置16を作動させてアイドル回転速度を引き上げる。この結果、アイドル状態で吸入空気量が増大し、相対的な排気ガス還流率を低下させることができ(低下手段)。

【0025】上述したVVT制御ルーチンの実行により、例えばエンジン1のアイドル状態でバルブオーバラップ量が過大となるVVT28の故障が判断された状況にあっては、その故障が想定されるVVT28を用いることなく排気ガス還流率が低下されるので(ステップS20, S24等)、燃焼の安定化を維持又は回復することができ、更にはエンジンストールが未然に回避される。

【0026】なお、本発明は上述した一実施例のみの制御手法に制約されることなく、そのプログラムを適宜に書き換えて実施可能である。例えば、図2の制御ルーチンにおいて、ステップS12ではエンジン1のアイドル状態を判定することなく、所定の回転速度以下にあるか否かの判定を行ってもよいし、この場合、ステップS14で設定される目標位相角は最遅角に固定されていなくてもよい。また、ステップS18での判断手法は一例として挙げたものであり、このステップS18は、その他10の有効な論理判断手法に置き換えが可能である。

【0027】更に、本発明ではステップS20の処理をエンジン1の回転速度域に関わらず実行するものでもよく、この場合、ステップS12の判定を省略することができる。また上述のように、一実施例では排気側のVVT30について特に触れていないが、排気側VVT30の故障によりバルブオーバラップ量が過大となる状況が想定される場合は、適宜にVVT制御ルーチンのプログラムを追加して対応が可能である。

【0028】なお、本発明ではVVT制御ルーチンの実行にあたり、VVT28, 30等の故障判断がなされたときは別途、エンジン1の運転者やオペレータ等に警報を与える機能を付加すれば、より実用に優れる。この場合の警報としては例えば、ウォーニングランプの点灯や警報ブザーによる警報音の発生、また、制御ディスプレイへの警報情報の表示等の技術手段が挙げられる。

【0029】その他、本発明の実施形態は図1の構成に限定されることなく、各種の内燃機関に適用されるものであってもよいし、また、本発明が適用される内燃機関の用途について特に限定がないことはいうまでもない。

### 【0030】

【発明の効果】以上説明したように本発明の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置(請求項1)は、可変バルブタイミング機構の故障時にも燃焼の安定性を確保し、その安定した運転の継続を可能にする。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の可変バルブタイミング制御装置を筒内噴射型内燃機関に適用した実施形態を示す概略図である。

【図2】好ましい一例として挙げられるVVT制御ルーチンのフローチャートである。

### 【符号の説明】

1 エンジン

14 電子スロットルバルブ(低下手段)

16 ISC装置(低下手段)

22 EGRバルブ(低下手段)

28, 30 可変バルブタイミング機構

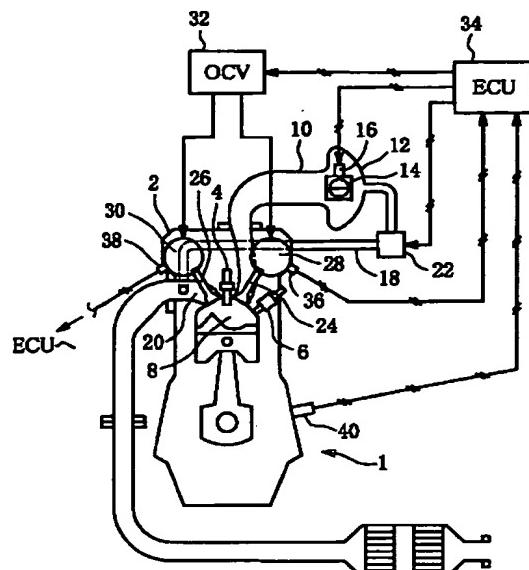
32 OCV

34 ECU(判断手段, 低下手段)

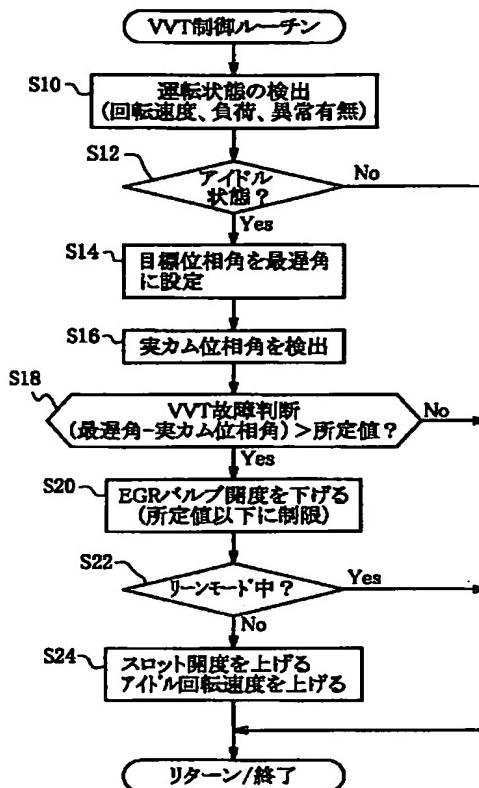
36, 38 位相角センサ

50 40 クランク角センサ

[図 1]



【図2】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
F 02M 25/07

識別記号  
550

F I  
F 0 2 M 25/07

テーマコード（参考）

(72) 発明者 渡辺 計彦

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車  
工業株式会社内

(72) 発明者 明城 啓一

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車  
工業株式会社内

(72) 発明者 菅野 大輔

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車  
工業株式会社内

F ターム(参考) 3G062 AA06 AA10 BA06 BA09 CA03  
CA07 DA02 EA10 GA00 GA01  
GA04 GA06 GA21  
3G084 AA04 BA05 BA09 BA20 BA23  
CA03 DA10 DA12 DA28 DA31  
DA34 EA11 EA12 EB12 EB16  
EB22 FA10 FA18 FA33 FA38  
3G092 AA01 AA06 AA09 AA11 AA17  
AB02 BA01 BA04 DA01 DA02  
DA10 DA12 DC03 DC04 DC09  
DC10 DG07 EA01 EA02 EA04  
EA08 EA11 EA22 EA28 EC01  
FA15 FA17 FA21 FA40 FB05  
GA04 GA17 HA06X HA06Z  
HA10X HA10Z HA13X HA13Y  
HA13Z HD07X HD07Z HE01X  
HE01Z HE04Z  
3G301 HA01 HA04 HA13 HA15 HA19  
JA21 JA25 JA31 JB02 JB07  
KA07 KA24 LA03 LA04 LA07  
LC08 NA06 NA07 NA08 ND01  
ND41 NE08 NE12 NE15 NE19  
NE25 PA11A PA11Z PA15A  
PA15Z PD15Z PE01A PE01Z  
PE04Z PE10A PE10B PE10Z

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
  2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
  3. In the drawings, any words are not translated.
- 

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine characterized by to provide a fall means reduce the rate of exhaust-gas reflux, without using said adjustable valve-timing device when decision of the failure from which said amount of bulb overlap becomes excessive with the adjustable valve-timing device to which it carries out adjustable [ of the amount of bulb overlap of an internal combustion engine's intake valve and an exhaust-air bulb ], a decision means judge failure of said adjustable valve-timing device, and said decision means is made.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the adjustable valve timing technique to which it carries out adjustable [ of the lift timing of the pumping bulb in an internal combustion engine ], and relates to the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine which does adjustable [ of these amounts of bulb overlap ] especially.

[0002]

[Description of the Prior Art] An internal combustion engine's control unit indicated by JP,11-37027,A as this kind of an adjustable valve timing control unit is mentioned. This well-known control device shall adjust ignition timing according to an internal combustion engine's rotational speed and load, when the abnormalities of an adjustable valve timing device are detected based on the magnitude of bulb overlap of a pumping bulb. When it specifically becomes [ that the amount of bulb overlap is reduced by the abnormalities of an adjustable valve timing device with as, and ], it is going to aim at reduction of the discharge of NOx or HC by carrying out the retard of the ignition timing.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the abnormalities made into a condition [ having made the amount of bulb overlap expand freely ] like the case where it carries out as abnormalities produced in an adjustable valve timing device to having made the amount of bulb overlap reduce as mentioned above freely may also arise. In this case,

since it is not concerned with an internal combustion engine's rotational-speed region but the amount of internal EGR (exhaust gas with which the gaseous mixture which burned flows into an inlet pipe, and is again supplied in a gas column) increases, to an inhalation air content, the rate of internal EGR will become excessive relatively, and combustion will be unstable especially in a low load and a low rotational-speed region. If it is in such a situation, there is a possibility of it not only causing aggravation of exhaust gas, but rough burning occurring, and causing an engine stall in being extreme.

[0004] So, in this invention, the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine which can avoid beforehand troubles by failure of an adjustable valve timing device, such as rough burning and an engine stall, is offered in view of an above-mentioned situation.

[0005]

[Means for Solving the Problem] When it judges that failure of the adjustable valve timing device in which the amount of bulb overlap becomes excessive produced the adjustable valve timing control device (claim 1) of the internal combustion engine of this invention, the rate of exhaust gas reflux is reduced without using an adjustable valve timing device.

[0006] According to the adjustable valve timing control unit mentioned above, rough burning in a low rotational-speed region is avoided by decline in the rate of exhaust gas reflux, and an engine stall can be prevented especially effectively in an idle rotational-speed region. In addition, when opening of the EGR valve is made small when the exhaust gas reflux equipment (the so-called external EGR equipment) which bypasses between an internal combustion engine's exhaust pipe and inlet pipes preferably as a means effective in decline in the rate of exhaust gas reflux is equipped, or throttle opening is enlarged and idle speed control (ISC) equipment is equipped, enlarging the ISC bulb opening and increasing an inhalation air content is mentioned.

[0007]

[Embodiment of the Invention] This invention can take the operation gestalt as an adjustable valve timing control unit of the engine 1 which is the injection mold internal combustion engine in a cylinder shown in drawing 1. However, it is not the intention which limits application of this invention only to this kind of injection mold internal combustion engine in a cylinder. The engine 1 shown in drawing 1 has the cylinder layout of for example, a serial 4-cylinder mold, and the ignition plug 4 and the fuel injection valve 6 are attached in the cylinder head 2 for every gas column. Moreover, each fuel injection valve 6 can inject a fuel directly in a combustion chamber 8.

[0008] The surge tank 12 is formed in the intake manifold 10 of an inhalation-of-air system at the leader. Moreover, the electronic throttle valve 14 is attached in the inlet port of a surge tank 12, and the inlet pipe which is not illustrated is connected to this electronic throttle valve 14. Moreover, the electronic throttle valve 14 is equipped with the electric actuator for the closing motion, and also it has equipped idle speed control (ISC) equipment 16.

[0009] Furthermore, the engine 1 is equipped with exhaust gas reflux (EGR) equipment,

and the EGR path 18 is connected to the exhaust air path. The EGR path 18 turns an exhaust air path to an inhalation-of-air path, is carrying out the return bypass, and the end carries out opening of it into the exhaust air port 20, and, specifically, it is carrying out opening of the other end into the surge tank 12. Moreover, in the middle of the EGR path 18, EGR valve 22 of an electric closing motion type is inserted.

[0010] The engine 1 equips the valve gear system of the intake valve 24 and the exhaust air bulb 26 with the adjustable valve timing devices (VVT is only called hereafter.) 28 and 30, respectively. the cam sprocket to which these [ 28 and VVT 30 ] drive a cam shaft -- a hydraulic actuator -- building -- \*\*\*\* -- the feeding and discarding of the actuation oil pressure to this hydraulic actuator -- a cam rotation phase angle -- free -- a tooth lead angle -- and a lag can be carried out. The oil control valve (OCV) 32 can perform the feeding and discarding of actuation oil pressure, and this OCV32 is formed about each VVT 28 and 30, and can perform the feeding and discarding of actuation oil pressure to each hydraulic actuator.

[0011] Although the example which equipped VVT 28 and 30 about each of an intake valve 24 and the exhaust air bulb 26 is given with this operation gestalt, when there is no need on the operational characteristic of an engine 1, installation [ which / of VVT 28 and 30 ] can also be omitted. The engine 1 is equipped with the electronic control unit (ECU) 34 for controlling actuation of the electronic equipment of the ignition plug 4 and fuel injection valve 6 which were mentioned above, and electronic throttle-valve 14 grade. Further, this ECU34 also controls actuation of ISC equipment 16 and EGR valve 22 if needed, and also can control the actuation of VVT 28 and 30 mentioned above.

[0012] The phase angle sensors 36 and 38 which output the angle-of-rotation pulse of a cam shaft are specifically attached in VVT 28 and 30, respectively, and ECU34 can detect each cam phase angle based on the output phase contrast between the angle-of-rotation pulse outputted from these phase angle sensors 36 and 38, and the crank angle pulse outputted from the crank angle sensor 40. ECU34 incorporates the detected cam phase angle as a feedback signal, and carries out feedback control of the rate of drive duty of OCV32 according to the deflection between the target phase angles on the control. the feeding and discarding of oil pressure [ as opposed to / OCV32 drives a solenoid according to the rate of duty directed from ECU34, and / each hydraulic actuator ] -- adjusting -- a cam shaft -- up to a target phase angle -- a tooth lead angle -- or a lag is carried out or it holds to neutrality.

[0013] By control of VVT 28 and 30 mentioned above, if the amount of bulb overlap of an intake valve 24 and the exhaust air bulb 28 is expanded, an engine 1 reduces an NOx discharge by utilizing the internal EGR effectively, and will promote re-inhalation unburnt [ HC ] and will also reduce HC discharge. Although the above is a phase angle control function to usual VVT 28 and 30 by ECU34, with this operation gestalt, ECU34 also has further the function to judge failure of VVT 28 and 30. Moreover, ECU34 has collectively the function which is interlocked with failure decision of VVT 28 and 30, and also controls actuation of various kinds of electronic equipment, ISC equipment 16, and EGR valve 22.

[0014]

[Example] The concrete example is given to below and actuation of the adjustable valve timing control unit of this invention is explained to it. Moreover, VVT28 by ECU34, the decision technique of failure of 30, and the concrete contents of the control performed by the failure decision being interlocked with also become clear by explanation of the following examples.

[0015] Drawing 2 shows a desirable example of the VVT control routine which ECU34 performs in this example. In addition, although only the control about VVT28 of an inspired air flow path shall be treated in the following examples, the control about VVT30 of an exhaust side is not excepted from the technique of this invention. ECU34 detects operational status of an engine 1 in step S10 first. The information on the rotational speed Ne and load is read, and, specifically, the existence of abnormalities etc. is checked.

[0016] If it progresses to the following step S12, it will judge whether ECU34 has an engine 1 in an idle state. This judgment can be performed with reference to the information on the rotational speed detected at step S10, a load, etc. When this judgment is failure (No), ECU34 carries out the return of the VVT control routine here, without performing future steps.

[0017] If the judgment of an idle state is materialized at step S12 (Yes), ECU34 will progress to the following step S14, and will set the target phase angle on control (inspired air flow path) as the maximum lag. And at the following step S16, the real cam phase angle of an inspired air flow path is detected. ECU34 judges failure of VVT28 at step S18 through the above processing. Although the failure which poses a problem here has an engine 1 in an idle state and has set the target phase angle of an inspired air flow path as the maximum lag, it is the case where a real cam phase does not return to the maximum lag. That is, it is because the inhalation air content is falling, so it is necessary to make the part and the amount of bulb overlap into min, and to reduce the amount of internals EGR in an idle state. However, since the amount of bulb overlap becomes excessive by the idle state, the amount of internals EGR becomes excessive relatively, and when extreme in occurring rough burning, possibility of causing an engine stall is high, if an actuator cannot function effectively and the cam phase angle of an inspired air flow path cannot be returned even to the maximum lag.

[0018] As a result of OCV's32 not following or having caused incorrect actuation to the command signal from ECU34, such failure may take place, when it is made to fail in actuation of an actuator. In addition, when the feeding-and-discarding path of the actuation oil pressure connected with VVT28 has a defect or the hydraulic line containing an oil pump is downed, it thinks.

[0019] If such a failure judgment can be logically made based on the deviation between the phases of the maximum lag and real cam phase angles which are for example, a target phase angle and ECU34 searches for the difference of the phase of these maximum lag, and a real cam phase angle, the difference will judge whether it is size rather than a predetermined value (judgment threshold). As for this predetermined value, it is desirable

to be specified as deviation deflection which appears only when it can be set as a larger value than the steady-state deviation in which usually approves between a target phase angle and a real cam phase angle, and it deals when there are no abnormalities in VVT28, and failure of VVT28 is assumed especially. In addition, as for failure decision, it is desirable to set a predetermined time delay and to perform in consideration of the responsibility of an actuator.

[0020] So, it is admitted at step S18 that there is no failure in VVT28 in the case of judgment failure (No), and ECU34 once ends activation of this control routine, without progressing to future steps. In this case, if the usual VVT control is continued, for example, an engine 1 shifts to load operational status from an idle state, ECU34 will control the phase angle of VVT28 according to the operational status of an engine 1.

[0021] On the other hand, if a judgment at step S18 is materialized (Yes), it can be judged as what the failure to which the amount of bulb overlap becomes excessive has produced in VVT28 (decision means), and ECU34 will perform the procedure after step S20. In addition, in the following procedures, in order to assume failure of VVT28, ECU34 does not perform control to VVT28.

[0022] First, at step S20, ECU34 operates EGR valve 22 of external EGR equipment, and makes the opening small. It is good more preferably also as what restricts the opening of EGR valve 22 to below a predetermined value, or good also as what carries out a close by-pass bulb completely. By activation of this step S20, when the amount of external EGR(s) decreases, the rate of exhaust gas reflux can be reduced (fall means).

[0023] Furthermore, the operation mode of an engine 1 is judged at step S22. Consequently, whether step S24 is performed changes with operation modes of an engine 1. That is, although throttle opening is pulled up or processing which pulls up idle rotational speed with ISC equipment 16 is performed at step S24, these processings become unnecessary in RIN mode. So, ECU34 does not perform step S24, when an engine 1 is in RIN mode (Yes), but it ends activation of a VVT control routine in an old procedure.

[0024] On the other hand, when an engine 1 is in the other operation mode instead of RIN mode, the opening of the electronic throttle valve 14 is pulled up, or in addition to step S20, (No) and ECU34 perform step S24, operate ISC equipment 16, and pull up idle rotational speed. Consequently, an inhalation air content can increase by the idle state, and the relative rate of exhaust gas reflux can be reduced (fall means).

[0025] If it is in the situation that failure of VVT28 from which the amount of bulb overlap becomes excessive by the idle state of an engine 1 was judged, since the rate of exhaust gas reflux falls by activation of a VVT control routine mentioned above, without using VVT28 the failure is assumed to be (step S20, S24 grade), stabilization of combustion can be maintained or recovered and an engine stall is avoided further beforehand.

[0026] In addition, without being restrained by the control technique of only one example mentioned above, this invention can rewrite the program suitably and can carry it out. For example, in the control routine of drawing 2, without judging the idle state of an engine 1, at step S12, you may judge whether it is below in a predetermined rotational speed, and

the target phase angle set up at step S14 in this case does not need to be fixed to the maximum lag. Moreover, the decision technique in step S18 is mentioned as an example, and this step S18 can be replaced to the other effective logical decision technique.

[0027] Furthermore, in this invention, it may not be concerned with the rotational-speed region of an engine 1, but processing of step S20 may be performed, and the judgment of step S12 can be omitted in this case. Moreover, although especially one example is not describing VVT30 of an exhaust side, when the situation that the amount of bulb overlap becomes excessive by failure of an exhaust side VVT30 is assumed as mentioned above, the program of a VVT control routine can be added suitably and it can respond.

[0028] In addition, by this invention, if the function to give an operator, an operator, etc. of an engine 1 an alarm is separately added in activation of a VVT control routine when failure decision of VVT28 and 30 grades is made, it excels in practical use more. As an alarm in this case, technical means, such as lighting of a warning lamp, generating of the alarm tone by the warning buzzer, and presenting of the alarm information to a control display, are mentioned.

[0029] In addition, it cannot be overemphasized that there is no limitation especially about the application of the internal combustion engine with which it may be applied to various kinds of internal combustion engines, and this invention is applied, without limiting the operation gestalt of this invention to the configuration of drawing 1.

[0030]

[Effect of the Invention] As explained above, also at the time of failure of an adjustable valve timing device, the adjustable valve timing control device (claim 1) of the internal combustion engine of this invention secures the stability of combustion, and enables continuation of the stable operation.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the schematic diagram showing the operation gestalt which applied the adjustable valve timing control unit of this invention to the injection mold internal combustion engine in a cylinder.

[Drawing 2] It is the flow chart of the VVT control routine mentioned as a desirable example.

[Description of Notations]

1 Engine

14 Electronic Throttle Valve (Fall Means)

16 ISC Equipment (Fall Means)

22 EGR Valve (Fall Means)

28 30 Adjustable valve timing device

32 OCV

34 ECU (Decision Means, Fall Means)

Japanese Publication number : 2001-303999 A

36 38 Phase angle sensor

40 Crank Angle Sensor